

ОГИНАННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ ВИКОРИСТАННІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАДАРА

*Могильний С. Б., к.т.н., доцент; Цимбал В. О., студентка
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

Модуль ультразвукового радара HC-SR04 (рис. 1) використовується в різноманітних конструкціях самохідних платформ, на яких відпрацьовують алгоритми автоматичного руху. Для визначення відстані до перешкоди в [1] використовуються два направлені вперед модулі, які дозволяють виявити перешкоду лише перед платформою. У методиці визначення відстані до об'єкту за допомогою 3-х модулів HC-SR04 [2], вибрані значення кутів вимірювання обумовлені розмірами HC-SR04, а не технічними параметрами модуля. У документації [3] діапазон вимірюваних відстаней 2–400 см наведений без вказаної точності вимірювання, що не дозволяє використати деякі алгоритми визначення типу перешкоди. Згідно алгоритму уникнення зіткнення з фронтальною перешкодою [4], відбувається зменшення швидкості та зміна напрямку руху на протилежний. Зазначені обмеження вимагають детальнішого дослідження параметрів HC-SR04 з метою подальшого їх використання для реалізації алгоритму огинання перешкоди.



Рисунок 1. Модуль ультразвукового радара HC-SR04

Для розроблення алгоритму огинання перешкоди важливо знати неоднозначність вимірювання відстані до неї, яка в загальному випадку описується формулою[5]:

$D = \frac{VT}{2}$, де D – відстань від перешкоди; V – швидкість звуку; T – виміряний проміжок часу від сигналу запуску до отримання відгуку.

Зауважимо, швидкість звуку в повітрі змінюється залежно від температури за формулою [5]:

$V = 331,4 + 0,62t$, де t – температура, виміряна в $^{\circ}\text{C}$, а швидкість – в м/с.

Для визначення типу перешкоди та допустимого кута повороту платформи радара ліворуч/праворуч при вимірюванні відстані до перешкоди, застосуємо метод виміру відстані до перешкоди при 3-х кутах випромінювання (3-х кутовий метод) (рис. 2).

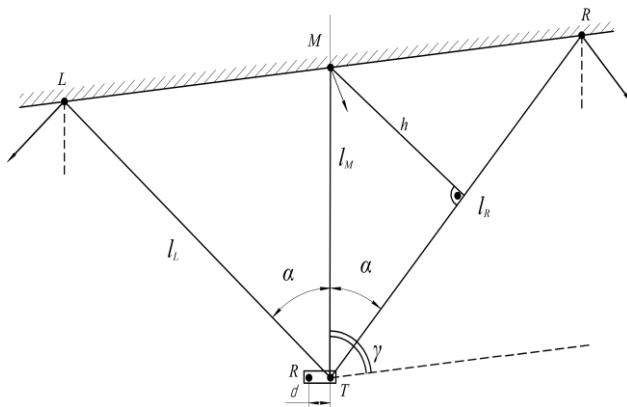


Рисунок 2. Відбиття сигналів радара перешкодою типу «стіна»

При визначенні перешкоди 3-х кутвим методом значну роль відіграє значення кута повороту радара для проведення бічних вимірів. На вибір кута повороту впливає не лише діаграма спрямованості радара, а й чутливість його приймача, коефіцієнт відбиття перешкоди та її форма. Для перешкоди типу «стіна» були проведені експериментальні дослідження (рис. 4), які показали, якщо збільшити кут повороту більш ніж на 45° при відстанях до перешкоди менше 50 см, відгук не фіксується.

Вибираємо кут повороту радара для бічних вимірів $\alpha = 40^\circ$ (рис. 5), щоб отримати достовірні відстані до перешкоди типу «стіна».

Для визначення точності вимірювання відстані нами виконані дослідження 7 модулів HC-SR04. Оброблення отриманих даних показало, що при надійності визначення похибки вимірювання (0,99) і числі проведених прямих вимірів понад 200, розрахована похибка не перевищує 2%. Отриманий результат важливий при визначенні типу перешкоди. При відстанях менше 4 см похибка суттєво збільшується.

Для перешкоди типу «стіна» доцільним буде рух платформи вздовж «стіни». Це означає, що платформу треба повернути на кут γ (рис. 2), який

Використаємо один модуль HC-SR04, закріпивши його на серводвигуні (рис. 3). Сигнали керування серводвигуном задаватимуть кут повороту модуля. Найчастіше зустрічається перешкода типу «стіна»: чи то в приміщенні, чи то зовнішня стіна будівлі.



Рисунок 3. Керування поворотом модуля за допомогою серводвигуна

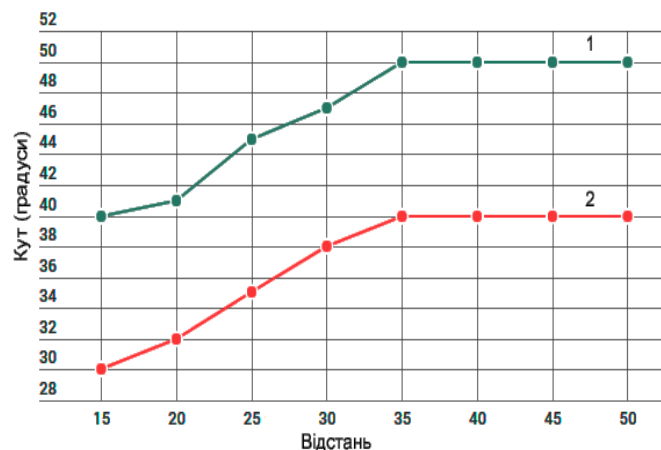


Рисунок 4. Максимальний кут повороту радара (1—поворот праворуч; 2—поворот ліворуч)

визначається з отриманих за допомогою радара відстаней з формули:

$$\gamma = \arctg \frac{l_L \sin \alpha}{l_M - l_L \cos \alpha}$$

Крім того, залежно від вимірюваного взаємного розміщення точок L, M і R, приймається рішення про інші типи перешкод і застосовується відповідний алгоритм їх огинання. Якщо відсутній сигнал відгуку при окремих вимірах, то можливі ще 7 варіантів огинання перешкоди, що також враховується алгоритмом.

Перелік посилань

1. Черных А.А. Обход препятствий платформой на AVR микроконтроллере (Arduino UNO) с использованием ультразвуковых датчиков. X Всероссийская научно-практическая конференция «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», Томск, НИ ТПУ, 2013, с.25-27.

2. HC-SR04: using multiple ultrasonic modules.
<https://macduino.blogspot.com/2013/11/hc-sr04-using-multiple-ultrasonic.html>

3. Ultrasonic ranging module HC - SR04.
<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>

4. Богдановський М.В., Курасов Д.Г., Михайлюк Я.В. Лабораторний стенд дослідження колісної мобільної платформи із детектором фронтальної перепони на базі Arduino UNO. Тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції "Інформаційно-комп'ютерні технології - 2016". ЖДТУ. Житомир. 2016, с.123.

5. HC-SR04: ultrasonic sensor for Arduino.
<https://macduino.blogspot.com/2013/11/HC-SR04-part1.html>

Анотація

Виконані дослідження точності вимірювання відстані до об'єкту та допустимого кута повороту ультразвукового модуля при 3-х вимірах відстані. На основі отриманих даних запропонований алгоритм визначення типу перешкоди та кута повороту роботизованої платформи для її огинання.

Ключові слова: ультразвуковий радар, HC-SR04, огинання перешкод, роботизована платформа

Аннотация

Выполнены исследования точности измерения расстояния до объекта и допустимого угла поворота ультразвукового модуля при 3-х измерениях расстояния. На основании полученных данных предложен алгоритм определения типа препятствия и угла поворота роботизированной платформы для его огибания.

Ключевые слова: ультразвуковой радар, HC-SR04, огибание препятствий, роботизированная платформа

Abstract

Researches of precision distance measurement to the object and allowable angle of rotation of the ultrasonic module with 3 dimensions distance. Based on the data the algorithm determine the type of interference, and rotation angle robotic platform for its rounding..

Keywords: ultrasonic radar, HC-SR04, sail around obstacles, robotic platform